# Minerales

33



## UNAKITA
(Sudáfrica)




EDITA
RBA Coleccionables, S.A.
Avda. Diagonal, 189
08018 – Barcelona
http://www.rbacoleccionables.com
Tel. atención al cliente: 902 49 49 50

EDICIÓN PARA AMÉRICA LATINA
© 2011 de esta edición Aguilar, Altea, Taurus, Alfaguara S.A.
de ediciones/RBA Coleccionables, S.A., en coedición.
Argentina: Av. Leandro N. Alem 720, Buenos Aires.
Chile: Dr. Aníbal Ariztía 1444, Santiago de Chile.
Colombia: Calle 80 N.° 9-69, Bogotá DC.
México: Av. Universidad N.° 767, Col. Del Valle, DF.
Perú: Av. Primavera 2160, Santiago de Surco, Lima.
Uruguay: Blanes 1132, Montevideo.
Venezuela: Av. Rómulo Gallegos Edif. Zulia PB, Boleíta Norte, Caracas.

EDICIÓN Y REALIZACIÓN
EDITEC

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS
iStockphoto; Corbis; Getty Images
Francesc & Jordi Fabre; Programa Royal Collections, AEIE

FOTOGRAFÍAS MINERALES
Por cortesía de Carles Curto (Museo de Geología de Barcelona);
Fabre Minerals

FOTOGRAFÍAS GEMAS
Por cortesía de Programa Royal Collections, AEIE

INFOGRAFÍAS
Tenllado Studio


ISBN (obra completa): 978-84-473-7391-8
ISBN (fascículos): 978-84-473-7392-5

Impresión
Arcángel Maggio SA, Lafayette 1695 (C1286AEC),
Buenos Aires, Argentina.

Depósito legal: B-25884-2011



Impreso en la Argentina – *Printed in Argentina*

# CON ESTA ENTREGA

## Unakita
### Sudáfrica

La unakita es una de las pocas rocas que se han utilizado tradicionalmente en orfebrería, pues incluye minerales muy diversos, con una gran variedad cromática. Su nombre deriva del lugar donde se descubrió, la cadena montañosa de Unaka, entre los estados de Tennessee y Carolina del Norte, en Estados Unidos.

**La muestra** Las muestras de la colección proceden de Sudáfrica, uno de los principales proveedores, junto con Estados Unidos y Brasil, de este tipo de material. Los ejemplares sudafricanos suelen ser muy ricos en epidota y ortoclasa, mientras que el contenido en cuarzo es escaso, por lo que adquieren un hermoso equilibrio cromático entre el verde y el rosado, y resultan especialmente indicadas para la elaboración de materiales ornamentales, como esferas, pirámides o tallas de animales. Las muestras han sido pulidas, con lo que adoptan un nítido brillo que destaca la composición mineralógica y realza su belleza.

### ❑ UNA ROCA, TRES MINERALES

La unakita es una roca cristalina, de tipo granítico, dura, compacta y con una rica mineralogía. Tres son los minerales básicos: la epidota, el cuarzo y el feldespato potásico, casi siempre ortoclasa o microclina. La unakita puede formar grandes masas rocosas, pero en muchos de los yacimientos más conocidos aparece en forma de cantos rodados cerca de los lechos de ríos y lagos, lo que la hace muy accesible. Su apariencia depende sobre todo de las proporciones en las que aparecen los minerales que la constituyen: si domina el cuarzo, el ejemplar adoptará colores más claros; si es la epidota, el color será verde pistacho, y si hay una mayor abundancia de ortoclasa (o microclina), los tonos principales serán rosados. Es una roca fácil de trabajar y pulir, por lo que las tribus autóctonas de los territorios de Tennessee y Carolina del Norte ya la utilizaban como material ornamental en colgantes e ídolos.

# Óxidos e hidróxidos

Después de los silicatos, los óxidos e hidróxidos son los que cuentan con un mayor número de especies, cerca de 600. Esta clase, la IV de la clasificación de Strunz, incluye numerosos minerales útiles como menas metálicas, entre ellos la hematites o la magnetita, y también gemas destacadas, como el corindón, las espinelas y las diferentes variedades de cuarzo y ópalo.

Los óxidos son los compuestos más importantes de esta clase y están formados por la combinación de oxígeno con uno o más metales. Los cerca de 350 óxidos conocidos se clasifican en función de la proporción de átomos de metal y oxígeno que contienen, lo que afecta tanto a su estructura como a sus propiedades físicas; en función de dicha proporción, se han establecido cinco subclases. Los principales óxidos, de mayor a menor valor de la relación metal-oxígeno, son: cuprita, periclasa, cincita, minerales del grupo de las espinelas, corindón, hematites, cuarzo, rutilo, uraninita, tantalita y molibdenita.

El segundo grupo importante de minerales de esta clase, compuesto por unas 75 especies, son los hidróxidos. En ellos, los metales se combinan con grupos hidroxilo $(OH)^{-1}$, que sustituyen total o parcialmente al oxígeno y que pueden contener agua dentro de su estructura. Son hidróxidos importantes la brucita, la gibbsita, la goethita, la lepidocrocita y la manganita.

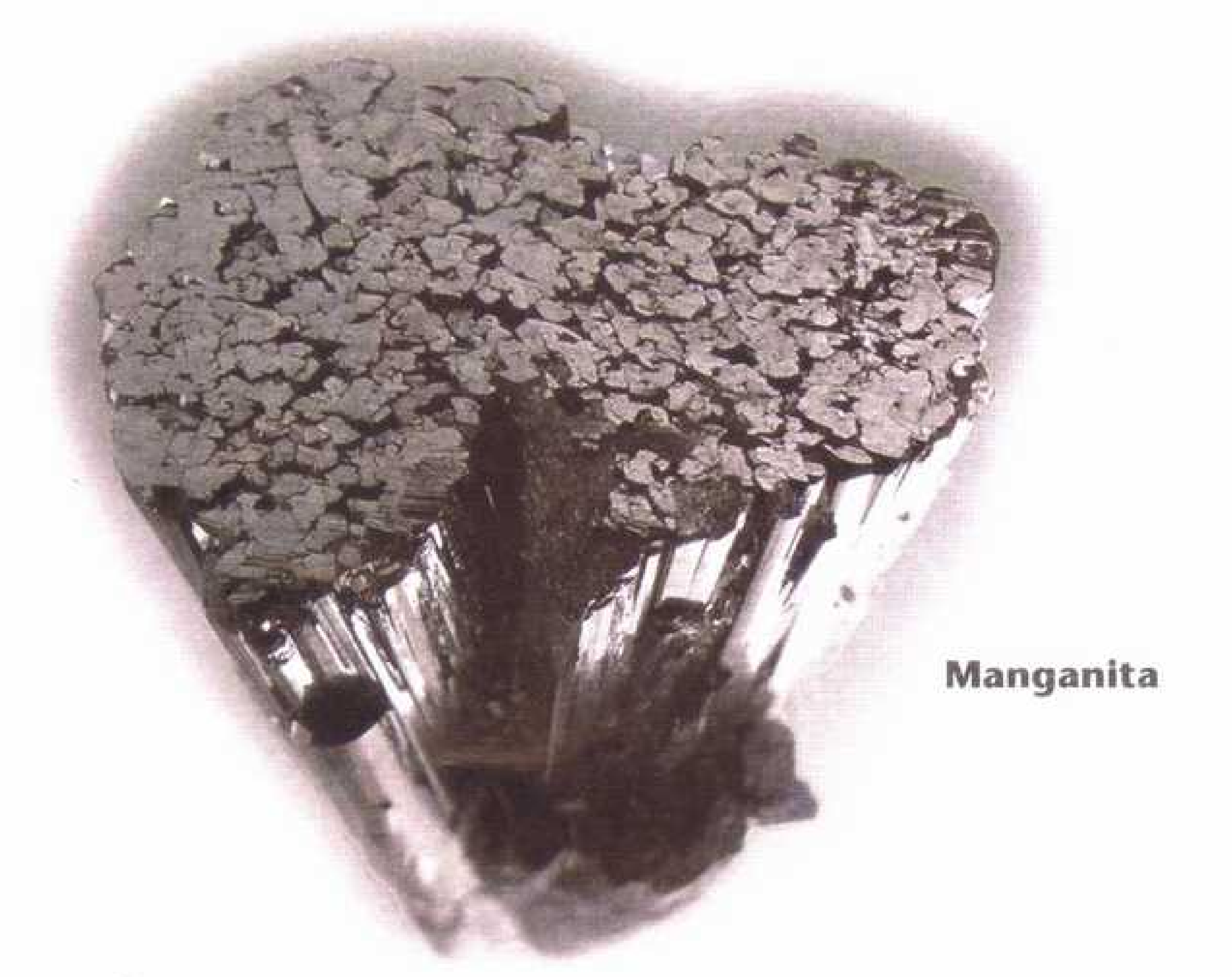
Además de óxidos e hidróxidos, dentro de esta clase existen también numerosos grupos de minerales, como los óxidos de vanadio, o minerales de uranio, yodo o arsénico, en los que el oxígeno forma parte de un grupo aniónico que posteriormente se combina con oxígeno, grupos hidroxilo u otros grupos aniónicos, así como uno o más metales. Son minerales de estos grupos la navajoíta, la uranoesfalerita y la salesita.



Cuprita

**Óxidos para hacer pigmentos**

Los metales que forman parte de la composición de los óxidos se han empleado tradicionalmente para confeccionar pigmentos. De la cuprita, por ejemplo, pueden obtenerse rojos o azules, mientras que de la manganita, negros y sombras.



Manganita



## LA ESTRUCTURA DE LOS ÓXIDOS

Los óxidos son un grupo de minerales con una gran variedad de estructuras a causa de la diferente proporción de átomos de metal y oxígeno que pueden presentar. Una forma sencilla de entender estas estructuras es interpretándolas como empaquetamientos cúbicos o hexagonales compactos de átomos de oxígeno, en los que existen espacios huecos ocupados por metales. Como la proporción de átomos de oxígeno y metal varía de unos óxidos a otros y es preciso mantener la neutralidad eléctrica, los metales pueden ocupar posiciones concretas, dejando otras sin llenar.



**Rutilo con hematites**

### El hielo

El hielo está incluido en el grupo de los óxidos dentro de las clasificaciones mineralógicas. Se trata del hielo natural, no el artificial ni el creado en casa, que no se consideran minerales. Una capa de hielo se forma por la compactación y recristalización, en el sistema hexagonal, de la nieve acumulada. Dichos cristales pueden ser de transparentes a translúcidos, con brillo vítreo y dureza variable en función de la temperatura a la que esté sometido el hielo.



**Perovskita**

### Simples y dobles

Los óxidos simples son la combinación de un único metal y oxígeno. En el ejemplar de arriba, los cristales de rutilo crecen sobre las caras de la hematites. Ambos son óxidos simples, el rutilo compuesto por titanio ($TiO_2$) y la hematites por hierro ($Fe_2O_3$). Los óxidos dobles o mixtos, en cambio, combinan dos metales que ocupan posiciones distintas; es el caso de la perovskita ($CaTiO_3$), que tiene dos átomos de metales diferentes, calcio y titanio.





**Corindón (rubí)**

**Brucita**

## PRINCIPALES PROPIEDADES

Los óxidos simples suelen ser duros (de 5 a 9 en la escala de Mohs) y presentan un elevado punto de fusión y baja solubilidad en agua. Los óxidos dobles presentan, además, unas características eléctricas especiales.
Así, algunos minerales del grupo de la perovskita son piezoeléctricos, piroeléctricos y superconductores a alta temperatura, y los de la espinela cuentan con la mayoría de los minerales magnéticos.
Los hidróxidos tienen unas propiedades muy diferentes, debido a que presentan una estructura en capas unidas por enlaces muy débiles, por lo que son mucho más blandos y se exfolian con facilidad. Desde el punto de vista cromático, los óxidos de los metales alcalinos y alcalinotérreos, como los de magnesio, o térreos, como los de aluminio, son incoloros o blancos con brillos vítreos, adamantinos o céreos. En cambio, los óxidos de los metales de transición suelen ser oscuros, con colores definidos y brillos metálicos o semimetálicos.

### Óxido y silicato

El corindón ($Al_2O_3$) es un óxido de metal térreo. Destaca por su gran dureza e intenso brillo vítreo o adamantino. Además, puede presentar fluorescencia. La brucita, $Mg(OH)_2$, es un hidróxido de metal alcalinotérreo, de color blanco a grisáceo, brillo vítreo a céreo y poca dureza.

## ¿CÓMO SE FORMAN?

Los óxidos se pueden formar en muy diversos ambientes geológicos. Algunos de ellos, como los del grupo de la perovskita, se crean en las condiciones presentes en el manto terrestre, mientras que otros tienen un origen magmático. Las condiciones existentes en la parte más superficial de la Tierra, con altas concentraciones de oxígeno atmosférico y aguas termales en las que dicha concentración también puede ser elevada, son las que producen una mayor cantidad de especies. Muchos óxidos, y casi todos los hidróxidos, se forman como minerales secundarios a partir de procesos de oxidación de otros minerales, como los sulfuros. Además, los óxidos más estables, como la cromita o la espinela, se pueden concentrar en placeres sedimentarios.

**Nacidos del fuego**
Algunos óxidos se crean en las primeras fases de consolidación magmática, generalmente en rocas básicas; es el caso de la magnetita o la cromita.



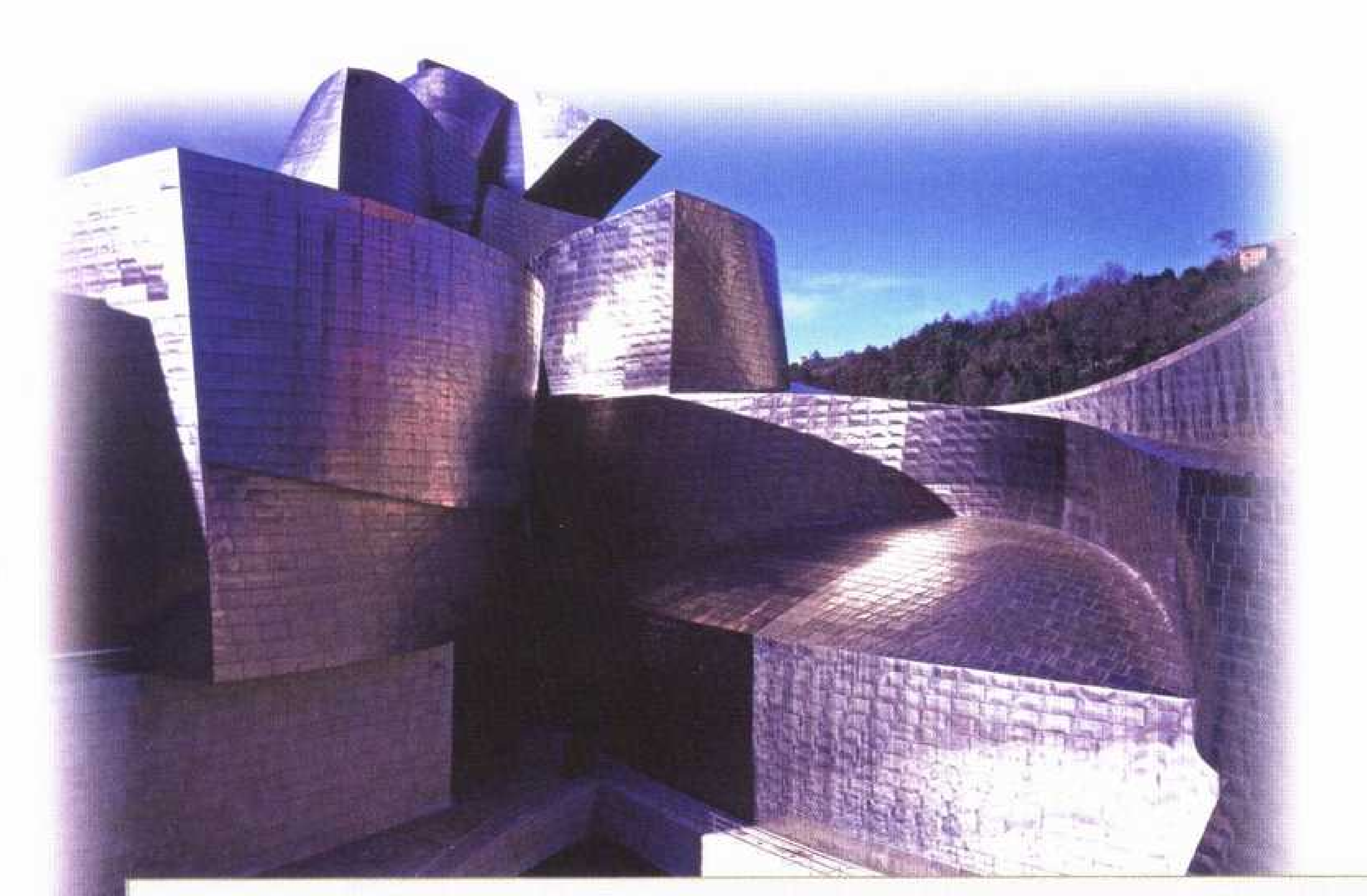

**Cromita**

## IMPORTANCIA Y USOS DE LOS ÓXIDOS Y LOS HIDRÓXIDOS

Las primeras civilizaciones ya dieron a estos minerales tres aplicaciones fundamentales: la extracción de metales, la fabricación de pigmentos y un uso gemológico. Los minerales que han tenido un gran interés como mena han sido la hematites y la magnetita de hierro, la cromita de cromo, la pirolusita de manganeso, la casiterita de estaño y la uraninita de uranio. En el ámbito de las artes, es la clase que ha dado lugar a más de 30 pigmentos minerales. La gran dureza de muchos óxidos ha favorecido su empleo como gemas; entre ellas destacan el corindón, la espinela y el cuarzo. Además de estas aplicaciones, muchos óxidos presentan otras más concretas: el cuarzo, por ejemplo, se emplea en electrónica debido a sus propiedades piezoeléctricas y piroeléctricas; la periclasa, en la fabricación de materiales refractarios, y el corindón y el titanio intervienen en aleaciones de gran dureza.



**Espinela**



**Aleaciones**
El titanio, extraído del rutilo, tiene una gran importancia en la actualidad por la resistencia y ligereza que ofrece en aleación con otros metales. A la izquierda, fachada del museo Guggenheim de Bilbao, revestida con planchas de titanio. Los óxidos también cuentan con gemas de especial interés, como la espinela.

## Óxido y silicato

El cuarzo ($SiO_2$) constituye un caso especial, pues desde el punto de vista químico se trata de un óxido simple en todas sus variedades, pues está compuesto por un metaloide, el silicio, y oxígeno. Sin embargo, atendiendo a su estructura y comportamiento como mineral formador de rocas, para algunos mineralogistas debería clasificarse entre los silicatos. La fotografía muestra un ejemplar de cuarzo amatista.



# Tsunamis

Los tsunamis son olas producidas por un terremoto localizado en mar abierto y que alcanzan proporciones gigantescas cuando llegan a la costa. Estas paredes de agua se precipitan contra la orilla, arrasando todo cuanto encuentran a su paso.

Tsunami es una palabra japonesa que significa algo así como «gran ola del puerto». De hecho, es en las aguas poco profundas donde este fenómeno llega a ser devastador, aunque su origen puede tener lugar a muchos kilómetros de distancia. Los tsunamis casi siempre están producidos por el desplazamiento vertical de masas de agua debido a los movimientos del suelo oceánico generados por las fallas que producen los terremotos. Como muchas fallas tienen longitudes de centenares de kilómetros, el desplazamiento del suelo marino producido por la falla afecta a millones de metros cúbicos de agua. El proceso recuerda a las ondas que se producen cuando se tira una piedra al agua, aunque en los tsunamis, las velocidades a las que viajan las olas son increíbles, de 400 a 900 km/h. En mar abierto, el tsunami puede pasar desapercibido, pero conforme el movimiento del agua se acerca a la costa, disminuye de velocidad, debido al rozamiento con el suelo marino, y aumenta en altura. A profundidades de 15 m, la velocidad oscila entre 30 y 40 km/h, pero la altura puede llegar a superar fácilmente los 30 m.



**Desolación**
Vista aérea de la costa de Banda Aceh, ciudad indonesia situada al norte de la isla de Sumatra. La fotografía fue tomada el 27 de diciembre de 2004, es decir, un día después de que tuviera lugar el tsunami que más víctimas se ha cobrado; ésta muestra una parte de la costa asolada y todavía anegada.

**Desplazamiento**
El movimiento de las fallas produce terremotos, así como los movimientos verticales del suelo oceánico, que desplazan enormes masas de agua y originan las olas.

**En la costa**
A medida que el tsunami se acerca a la orilla, la menor profundidad del fondo marino hace que la base de la ola se frene, de manera que la masa de agua pierde velocidad pero gana altura.

**Columna de agua en descenso**

**Columna de agua en ascenso**

**En alta mar**
La altura del tsunami en mar abierto es casi imperceptible, de alrededor de un metro, pero viaja a una velocidad de hasta 900 km/h.

## Los tsunamis más destructivos

**1738, Siberia.** El mayor tsunami jamás registrado asoló las costas de la península de Kamchatka. Alcanzó 70 m de altura, lo que equivale a un edificio de 18 pisos.

**1883, Indonesia.** La explosión del volcán Krakatoa provocó un tsunami que devastó las costas de Java y Sumatra y se cobró más de 36.000 víctimas.

**1896, Japón.** El tsunami Sanriku causó la muerte de unas 27.000 personas.

**1946, Hawai.** Un terremoto que tuvo lugar en las islas Aleutianas, en la costa este del Pacífico, produjo un tsunami que atravesó el océano, llegando hasta Hawai; allí produjo olas de 9 m que causaron 159 víctimas en la isla de Hiro.

**2004, Indonesia.** El tsunami que más muertes ha provocado tuvo lugar el 26 de diciembre de 2004 como consecuencia de un terremoto de magnitud 9,1 en la escala de Richter, localizado a 160 km de la costa occidental de Sumatra y a 30 km de profundidad. Causó cerca de 300.000 muertos y afectó a casi todo el Sudeste Asiático y las costas de varios países africanos.

# Dinero en mano

Hubo un tiempo en que la gente intercambiaba los bienes que le sobraban por los que necesitaba y de los cuales eran excedentarios sus vecinos: eran los tiempos del trueque. Con el tiempo, se adjudicó un valor a cada cosa, pero había productos perecederos e indivisibles. ¿Cómo se valoraban? La moneda nació para remediar esta situación.

## EL ORO Y LA PLATA

En Europa, las primeras monedas, estáteras de oro y plata, se acuñaron en el siglo VI a.C. en Lidia, una localidad de Asia Menor, en la actual Turquía, en el reino del famoso y rico rey Creso. El emperador persa Darío acuñó monedas incorporando por primera vez una efigie, la suya; se trataba de los dáricos, también de oro y plata. Asociadas directamente al poder político, los reyes no tardaron en controlar todos los aspectos de la circulación de moneda. Los metales preciosos fueron los primeros materiales monetarios.

**Tetradracmas cartaginesas (siglo IX a.C.)**
Se acuñaban en oro, plata y bronce, y eran conocidas en todo el Mediterráneo.

**Denario romano (siglo V a.C.)**
Es de plata y en el cuño lleva los instrumentos de acuñación de la moneda.

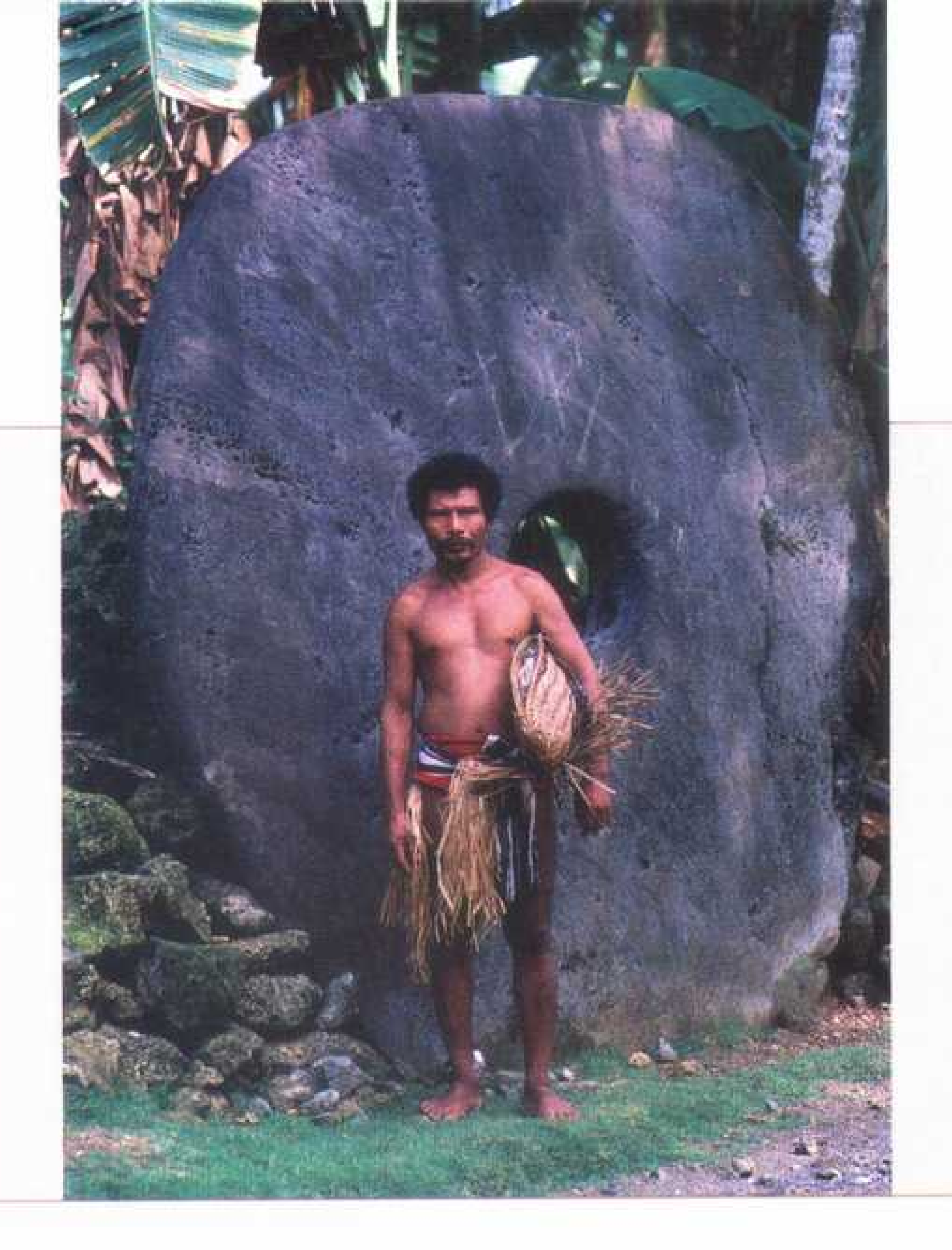
**Áureo romano**
Moneda de oro, era la más importante del sistema monetario del Imperio.

**Escudo (1812)**
Se acuñó en oro en la ciudad colombiana de Popayán.

**Duro español (1869)**
Acuñado en plata durante el reinado de Isabel II.



**El cambista**
Uno de los oficios más antiguos del mundo, el cambista de moneda, precedecesor del banquero, retratado por Marinus van Reymerswaele en el siglo XVII.



## Las otras monedas

Los romanos acuñaron sus primeras monedas en el templo de Juno Moneta y de ahí se cree que deriva la palabra «moneda». Sin embargo, los romanos no utilizaban este vocablo, sino *pecunia*, que venía de *pecus*, cabeza de ganado. Y es que, de hecho, las primeras monedas fueron los bueyes, que, en el siglo XVII a.C., se equiparaban a un determinado peso en metal. Otros muchos artículos han funcionado como monedas. Los mayas de la época precolombina utilizaban las semillas de cacao; en Palau, en Micronesia, se empleaban las perlas; en otros lugares se pagaba con sal… Aunque quizá ninguna es tan sorprendente como las inmensas piedras en forma de rueda que los indígenas de la isla de Yap, en Micronesia, usaban para sus transacciones comerciales (en la imagen).

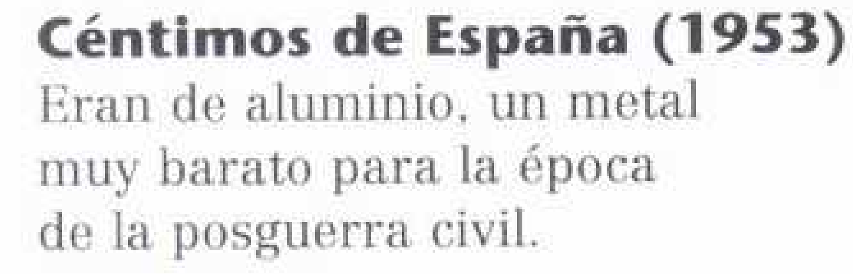
### ■ EL COBRE Y SUS ALEACIONES

Resistentes a la corrosión, el cobre y sus aleaciones, sobre todo el bronce y el latón, se usaron desde muy antiguo para la acuñación de monedas. Los romanos basaron en el as, una moneda de cobre, su primer sistema monetario; luego acuñaron los sestercios en plata y bronce. Pero el cobre tenía, además, otro uso. Antiguamente, la moneda valía por su peso en metal, y el rey garantizaba este peso; pero cuando se quería devaluar las monedas de oro y plata, como sucedió muchas veces en la España del siglo XVII, se mezclaban los metales nobles con cobre.

**Moneda ibera (siglo V a.C.)**
Acuñada en bronce.



**Sestercio romano (año 115 d.C.)**
Moneda de bronce con la efigie del emperador Trajano, acuñada en bronce.



**Céntimos de España (1953)**
Eran de aluminio, un metal muy barato para la época de la posguerra civil.



**Escudos de Cabo Verde (1994)**
Acuñación de cobre-níquel y bronce.



**Rupia de Indonesia (1991)**
Realizada en una aleación de bronce y aluminio.



**Piastra de Jordania (1997)**
Acuñada en una aleación de níquel y bronce.

### ■ MONEDAS MODERNAS, METALES ANTIGUOS

En la moneda moderna se ha perdido el uso de los metales preciosos, pero el cobre y el níquel conservan un gran protagonismo. En ocasiones puntuales se han empleado otro tipo de metales, como el aluminio. Para la moneda de más reciente implantación, el euro, se han utilizado aleaciones novedosas.



**Euro (2001)**
Las monedas de 2 y 1 euro son de cobre-níquel (parte plateada) y níquel-latón (parte dorada); las de 50, 20 y 10 céntimos, del llamado oro nórdico (aleación de cobre, aluminio, zinc y estaño); las de 5, 2 y 1 céntimos son de acero recubierto de cobre.

# Exfoliación y fractura

La exfoliación y la fractura son dos propiedades físicas de los minerales que miden la respuesta ante fuerzas externas, como pequeños golpes. Cuando se rompen siguiendo superficies planas hablamos de exfoliación, y si lo hacen en superficies irregulares, de fractura.

La exfoliación y la fractura son propiedades que nos ayudan a diferenciar minerales con hábitos similares, ya que, independientemente de la forma externa de un ejemplar con respecto a otro, la exfoliación y la fractura son siempre las mismas. Algunos minerales pueden mostrar exfoliación o fractura dependiendo de la dirección en la que reciban el golpe.

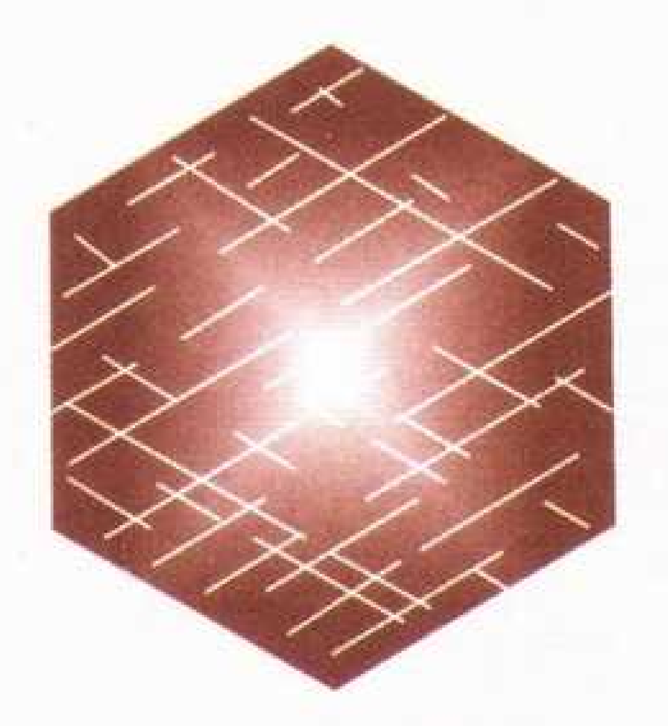
## LA EXFOLIACIÓN

La rotura de un mineral siguiendo superficies planas se debe a la existencia de planos internos del cristal en los que los enlaces entre las partículas son escasos o más débiles. La exfoliación puede variar desde perfecta, cuando las superficies resultantes son absolutamente regulares y lisas, a nula, cuando el mineral no se rompe siguiendo superficies planas, pasando por los grados intermedios de exfoliación buena o imperfecta.
Pero lo que realmente hace de la exfoliación un excelente método de diagnóstico de minerales es que éstos pueden tener varias direcciones de exfoliación, y que para cada uno de ellos, los ángulos entre los planos de exfoliación son constantes. Cuando hay dos direcciones de exfoliación, ésta se denomina **prismática**, y puede ser recta, cuando los planos de exfoliación forman 90°, u oblicua. Si poseen tres direcciones de exfoliación que forman entre sí 90°, la exfoliación se denomina **cúbica**, mientras que si estos ángulos no son rectos, se llama **romboédrica**. La exfoliación **octaédrica** presenta cuatro planos de exfoliación, y la **rombododecaédrica**, seis.

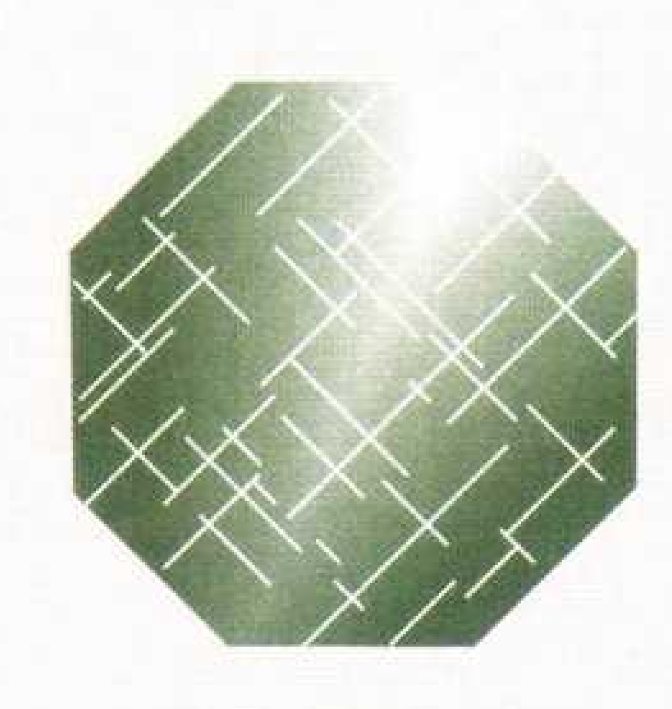
## LA FRACTURA

Cuando los minerales se rompen en superficies irregulares se habla de fractura, y es también típica de cada especie mineral. Cuarzo, calcedonia y ópalo se rompen dejando una superficie suave, parecida al interior de una concha, por lo que se denomina fractura **concoidea**. Muchos metales, como el oro o el cobre, lo hacen dejando una superficie puntiaguda, y se denomina **ganchuda**. Otros, como la riebeckita o la fluorita, se rompen según fibras o astillas, y entonces se habla de fractura **astillosa**. La fractura de algunos minerales, como la caolinita, se llama **terrosa** debido a su aspecto pulverulento. También hay minerales que se rompen de forma **irregular**.





Hornblenda



Augita

### Direcciones concretas

Los ángulos que forman las diferentes direcciones de exfoliación son fijos en cada mineral y se utilizan como método de diagnóstico. Por ejemplo, la mayoría de los inosilicatos, anfíboles y piroxenos tienen exfoliación prismática oblicua, pero en cada especie estos ángulos son diferentes. Así, en la hornblenda, el ángulo es de 124°, y en la augita, de 87°. Arriba, oro nativo, cuya exfoliación es nula, y la rotura, ganchuda. Sobre estas líneas, fluorita en la que se aprecian los planos de exfoliación, de tipo octaédrico.

# Minerales

